心理学报 2022, Vol. 54, No. 11, 1354−1365
*Acta Psychologica Sinica*

https://doi.org/10.3724/SP.J.1041.2022.01354

# 中心词和非中心词在句法启动的词汇增强效应中存在不同的机制*

黄 健[1,2] 杨子瑜[2] 洪丹萍[2] 刘喜琴[3] 王穗苹[1,2]

([1]“儿童青少年阅读与发展”教育部哲学社会科学实验室(华南师范大学), 广州 510631)
([2]华南师范大学心理学院, 广州 510631) ([3]华南理工大学外国语学院, 广州 511442)

**摘 要** 句法启动中, 非中心词和中心词重复是否诱发出相似强度的词汇增强效应, 目前存在着较大的理论争议。本研究在汉语双宾结构和介宾结构上分别操纵中心词和非中心词重复, 并在确保具有合适统计检验力基础上, 完成了 3 个句法启动实验。实验结果清楚地显示中心词重复诱发了稳定的词汇增强效应, 非中心词中的直接宾语重复也诱发了稳定但相对较弱的词汇增强效应。在此基础上, 我们尝试提出一个解释框架以调和现有的理论争议。

**关键词** 句法启动, 词汇增强效应, 中心词, 非中心词, 普通话

**分类号** B842



## 1 引言

在日常语言交流过程中, 人们常常会使用自己或者交流方刚使用过的句法结构表达新的意义, 这种现象称为句法启动(syntactic priming) (Bock, 1986)。句法启动效应反映了读者在语言交流中对于句法信息处理的认知过程, 为句法信息的表征和加工过程提供了一个重要的研究工具(Branigan & Pickering, 2017)。目前对于句法启动效应的解释, 存在着残余激活(residual activation)和内隐学习(implicit learning)两个完全不同的理论。前者强调句法和词汇在表征上的互动关系, 而后者强调一般化的学习机制。本研究通过 3 个句法启动实验系统地研究句法启动中的词汇增强效应, 深入探讨了句法启动效应产生的机制, 并尝试为理论的争议提供一个恰当的解释框架。

对句法启动现象的实验室研究最早是由 Bock (1986)所进行。她给被试呈现一个双宾语(Double Object, DO, 例如: The rock star sold an undercover agent some cocaine)或者介词宾语(Prepositional Object, PO, 例如: The rock star sold some cocaine to an undercover agent)结构的启动句, 随后呈现包含两个动物客体(例如, man 和 boy)和一个非动物性名词(例如: book)的目标图片, 并要求被试朗读句子之后根据图片的意义描述图片。在这个目标图片中, “男人”抱着“孩子”并手持“图书”, 因此该图片中隐含了一个含有两个宾语的双及物事件(ditransitive event)。被试对图片所进行的描述往往会采用双宾语(例如: the man is reading the boy a story)或介词宾语结构(例如: the man is reading a story to the boy)的句子。她的研究结果发现, 在阅读特定的句法结构的启动句后, 被试更倾向于使用与启动句相同的句法结构描述图片。

Bock (1986)开创性的研究使句法启动现象受到许多关注。随后, 在各种不同类型的语言下, 研究者都发现了较为稳定的句法启动效应, 这包括印欧语中的英语、荷兰语、德语等, 以及汉藏语系中的汉语等语言(Branigan & Pickering, 2017; Pickering & Ferreira, 2008)。稳定的跨语言句法启动效应也在双语或者三语的被试中得到重复(van Gompel & Arai, 2018)。此外, 尽管早期句法启动的研究主要

收稿日期: 2021-11-17
* 广州市哲学社会科学规划课题资助(2018GZYB40)。
通信作者: 黄健, E-mail: huangjianpsy@gmail.com; 王穗苹, E-mail: wangsuiping@m.scnu.edu.cn

使用语言产生的范式，运用语言理解的研究方法，研究者同样观察到较为稳定的句法启动效应，并表现在行为学、眼动、电生理和神经影像学的指标上(Branigan et al., 2005; Arai et al., 2007; Ledoux et al., 2007; Segaert et al., 2012)。

许多研究倾向于支持，稳定的句法启动效应主要发生在句法加工和表征的层面。一方面，在句法启动研究中，研究者通常尽可能确保启动和目标刺激之间没有语义上的联系；此外，许多研究也发现，即使对启动和目标之间的语义关系进行操纵，如操纵两者间题元角色(thematic role)或者生命性(animacy)类别的关系，并不会对句法启动效应产生影响(Bock et al., 1992; Carminati et al., 2008; Chen et al., 2020; Huang et al., 2016; Messenger et al., 2012)。

虽然启动和目标之间的语义关系似乎并不会显著地影响句法启动效应，然而，当启动和目标之间重复相同的词汇，尤其是中心词(head word)时，句法启动效应明显增强。Pickering 和 Branigan (1998)首先观察到了这一现象。在这个实验中，他们给被试呈现含有双及物结构的句子主干(启动刺激)，要求被试续写句子，随后呈现一个含有主语和双及物动词的句子主干(目标刺激)并同样要求被试续写句子。研究者操纵了启动和目标句之间的动词，形成动词重复和动词不重复条件。结果发现，相比于不重复条件，动词重复条件下句法启动效应显著提升。研究者将该现象称为词汇增强效应(lexical boost)。词汇增强效应非常稳定，一项元分析研究甚至发现这一效应比句法启动效应本身更强(Mahowald et al., 2016)。

词汇增强效应往往被研究者用来说明在句子表征过程中，句法表征和词汇表征之间存在密切的关系。而在其中最为经典的则是 Pickering 和 Branigan (1998)提出的残余激活理论。该理论指出，在句法层中句法结构的表征与句子中心词节点之间存在特异性的连结是导致词汇增强效应的关键原因。具体来说，首先，语言表征存在 3 个相互独立的层面，包括概念层、句法层和词汇层。其中，句法层除了储存和表征着诸如实词(open-class word)词类等句法信息外，还包括抽象的句法结构信息，如双宾和介宾等结构(见图 1)。因此，当被试阅读“修女递给士兵一本书”这一双宾句的时候，一方面表征在词汇层中的每个特定词汇的音和形信息均得以激活，其发生在词汇层，此外，句子意义得以建构，其发生在概念层；但另一方面，被试会激活该句子中的每个词汇的句法信息，例如每个词的词类信息以及抽象的句法结构信息(双宾结构)，这些信息则都表征在句法层(见图 1)。其次，词汇和句法的表征都是以独立节点的方式储存在句法层，但句法表征节点还会与并且只与中心词节点形成连结(见图 1)，例如，双宾结构的表征节点只会跟中心词(动词“递”) 而非其他词汇(如直接宾语“书”，间接宾语“士兵”)形成连结。在这一框架下，结合残余激活的观点，研究者解释了句法启动及其词汇增强效应的机制。句法启动方面，当被试阅读一个含有特定句法结构的句子(例如上述的双宾结构句)，其句法层中特定的词汇信息、其对应的词类信息，以及双宾结构的节点均会得到激活。如果在激活信息尚未完全衰退时，给被试呈现目标刺激，则在工作记忆中的关于句法结构节点的残余激活，会促使被试更多地使用同一句法结构。至于词汇增强效应的产生，则主要是由于句法结构和中心词之间存在着节点连结所导致。因此，当启动和目标句之间存在相同的中心词时，除了残余句法结构节点的激活外，中心词本身，以及中心词与句法结构之间的连结也会产生残余激活，三者共同起作用促使被试在目标刺激中倾向于使用该句法结构，从而表现出了比句法启动效应更大的词汇增强效应。

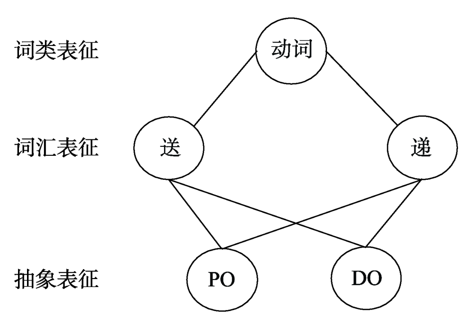



图 1　残余激活理论关于句法层中抽象句法表征和词汇表征的示意图(修改自 Pickering & Branigan, 1998)。

总体上，对词汇增强理论，残余激活理论强调的是与语言学特异性的因素，即句法表征与词汇表征的关系，然而这种理论也受到了其他观点的挑战，其中一种重要的观点是内隐学习理论。内隐学习理论(Chang et al., 2006)并不认可句法层和词汇表征之间存在着某种抽象的关系，相反，该理论强调的是一般性学习机制在句法启动和词汇增强效应中的作用。它有 3 个基本的假设，首先，句法信息较为复杂而抽象，因此句法结构的建立也表现出内隐的特性；其次，句法结构的建立是通过领域一般化(domain-general)的内隐学习机制而非领域特异性

(domain-specific)的语言处理机制所致；第三，句法启动效应和词汇增强效应反映了不同的内隐学习过程。具体来说，启动句中的词汇信息可使被试内隐地习得抽象的句法结构信息，并影响随后目标刺激的加工，导致句法启动效应的产生；同时，通过启动句加工，句中不同词汇与句法结构之间的关系也会得以建立，并保持在工作记忆中。因此，启动刺激和目标刺激中重复的词汇可以成为一种有效的记忆提取线索，使被试更好地提取启动句中内隐习得的抽象句法结构，并表现出词汇增强效应。

上述两个理论是目前句法启动研究领域中最具影响力的两个理论，虽然这两个理论都强调记忆的重要作用，但是它们在基本观点上完全对立，残余激活理论强调句子加工中语言特异性的认知机制，尤其强调中心词在句法表征中的重要作用，而内隐学习理论相对更强调句子加工中领域一般化的学习机制。系统检验上述两个理论对句法启动现象的解释，不仅有助于我们理解语言加工中句法处理的基本机制，也可以为语言认知中领域特异性和一般性加工之间的关系提供重要的启示。

值得注意的是，上述两个理论对中心词和非中心词在词汇增强效应中的作用上存在着极其不同的预期。残余激活理论强调，由于在长时记忆中句法结构表征只会与中心词产生连结，因此只有当启动和目标之间存在中心词重复才会诱发词汇增强效应。而内隐学习理论的预期则有所不同，该理论认为只要是重复的词汇就可以充当记忆线索，使被试更易于提取内隐习得的句法结构，进而出现词汇增强效应。因此，中心词和非中心词的记忆效果之间并不存在本质差异，他们在词汇增强效应中的作用应该是等价的，均可诱发较为相似的词汇增强效应。

目前，许多研究已经证实中心词重复可以诱发较为稳定的词汇增强效应(Mahowald et al., 2016)，然而，关于非中心词重复的研究则相对较少。其中一些研究发现，非中心词重复可以词汇增强效应，但该效应并不稳定(McLean et al., 2004)，而另一些研究则并没有证实非中心词词汇可以诱发词汇增强效应(Cleland & Pickering, 2003; Ivanova et al., 2017)。例如，近期两项研究采用同一结构(双及物结构)的材料，直接对比了中心词(动词)和非中心词(如主语、直接宾语，或间接宾语)重复所导致的词汇增强效应，结果就截然相反。其中，Scheepers 等(2017)的实验发现不论是中心词还是非中心词，重复都诱发了相同强度的句法启动效应。相反，Carminati 等(2019)采用类似的实验设计却只发现中心词重复诱发词汇增强效应，而非中心词重复则无法产生相似效应。

出现上述冲突的结果，一个可能原因是不同实验中的样本量均相对较小，因而导致统计检验力偏低。然而，遗憾的是，一方面目前并没有关于非中心词重复可以诱发词汇增强效应的效应量数据，另一方面，那些已发现非中心词重复诱发词汇增强效应的研究也均未报告统计检验力，因此对其效应量难以做出准确的估计。确实，一项来自 73 项句法启动研究的元分析报告显示(Mahowald et al., 2016)，中心词重复引发词汇增强效应的效应量估计处于中等至较高的效应量(Cohen's $d$ = 0.65)，而在中心词未重复下，其效应量显著地下降到较小的水平(Cohen's $d$ = 0.28)。由于现有的文献中，多数研究并没有发现非中心词重复可以诱发词汇增强效应，这似乎意味着，即使非中心词重复可以诱发词汇增强效应，这一效应的效应量也不会太高。

鉴于这些问题，我们重点检查了上述两项关键研究的样本量。其中，Scheepers 等(2017)的样本量为 60，而 Carminati 等(2019)则在不同的实验中使用了 28~54 的数量不等的样本量。对照元分析的实验结果(Mahowald et al., 2016)，这两项研究对非中心词重复效应是否有足够的统计检验力依然存疑。事实上，在我们的研究中，我们基于小型预实验数据并利用计算模型估计样本量的方法，发现采用上述的设计至少需要 100 名以上被试的样本量，才能达到较为合适的统计检验力(详见下文方法部分)。因此，关于非中心词与中心词的重复是否可以导致程度相似的词汇增强效应，仍然需要更具统计检验力的系统性检验，这将可以为句法启动效应中的语言特异性与普遍性机制提供坚实的证据。

在本研究中，我们将利用汉语对这一问题展开系统地检验。先前的汉语研究也发现，双及物结构句也可产生与印欧语中相似的句法启动效应和词汇增强效应(Cai et al., 2011; Huang et al., 2016)，此外，研究者发现汉语和英语之间存在稳定的跨语言句法启动效应，表明汉语和英语在句法表征上具有一定的相似性(Huang et al., 2019)。此外，汉语语言学界，尤其是认知语言学的学者们对汉语双宾结构也展开了深入地研究，例如研究者指出跟英语类似的是，在汉语双宾句子中其意义主要由其句子组成成分，尤其是动词成分决定，而动词的句式配价和动词语义在其中是两个关键特征(沈家煊, 2000; 张

伯江, 1999)。总体上表明在汉语中, 中心词和非中心词在句子中的角色也可能存在一定的差异。因此, 使用汉语作为实验材料, 可以为进一步考察中心词是否在句法表征中具有独特地位, 提供一个有效的跨语言实验证据。

因此, 以汉语句子为材料, 采用句法启动范式和大样本被试, 本研究系统对比了中心词与非中心词重复所诱发的句法启动效应和词汇增强效应。为了更好地与先前的研究进行对照, 我们同样采用了句法启动研究中最为经典的双及物结构, 并使用这一领域中经典的目标图片命名任务进行研究。在设计上, 我们参考 Scheepers 等(2017)和 Carminati 等(2019), 通过操纵启动句和目标图片词汇重叠的类型不同, 从而形成主语重复、动词重复、直接宾语重复、间接宾语重复和无重复 5 个条件。为了提高实验试次数量以获得更多的观测值, 更好地提升统计检验力, 我们在实验 1 和 2 中, 分别招募了 115 个被试, 并分别在双宾结构和介宾结构上设计上述 5 个条件。由于实验 1 和 2 中中心词重复条件下启动和目标都是以相同模态(within-modal), 也就是都是以视觉词汇的形式出现(类似于完全重复启动), 而非中心词重复下则是以不同模态(across-modal), 也就是启动为视觉词汇、目标为客体图片的形式出现(类似于非完全重复启动)。在之前的启动研究中, 研究者发现, 相比于不同模态呈现启动和目标刺激, 当启动和目标是以相同模态呈现(within-modal, 例如都是视觉词汇)时会诱发了更强的启动效应(见综述 Schacter et al., 2004)。为了进一步排除这个无关变量的影响, 实验 3 采用了实验 1 中材料, 并将启动句由视觉改为听觉, 而目标依然保持为图片形式, 从而使得中心词和非中心词重复条件下, 启动和目标是以不同模态的形式出现, 因此在更好地在控制刺激模态差异的基础上, 以进一步验证中心词和非中心词的作用。

通过上述设计, 如果残余激活理论是正确的, 我们可以预测, 只有动词重复才会出现词汇增强效应; 而如果内隐学习理论是正确的话, 那么, 动词和非动词的其他 3 个词汇重复条件也应该可以诱发出程度类似的词汇增强效应。如果我们观察到动词与非动词重复均能产生一定的词汇增强效应, 而动词重复效应更强, 则表明两种理论所谈及的机制在句法启动现象中都存在, 需要进一步对理论进行完善和补充。

## 2 实验 1: 双宾结构下中心词和非中心词重复句法启动实验

### 2.1 材料

我们编制了 35 套正式实验材料, 每套材料分别包含 5 个不同条件的双宾结构的启动句(见表 1 中 1a-1e)以及隐含一个双及物事件的图片(见图 2), 图片中均有两个动物性客体分别指代主语和间接宾语, 以及一个指代直接宾语的非动物性客体。这些客体总以线性顺序显示, 其中非动物性客体始终出现在图片中间, 两个动物性客体处于图片的左右两侧, 为了避免被试形成固定的反应倾向, 我们确保一半材料中的主语和间接宾语出现在图片的最左和最右侧, 另一半材料中这两个客体位置对调。此外在图片下方我们设置了一个双及物动词, 以帮助被试完成图片描述任务。通过操纵启动句和目标图片之间共享成分的不同, 形成主语重复、动词重复、间接宾语重复和直接宾语重复共 4 个条件。在这 4 个条件中, 除了一个成分会重复外, 启动句和目标图片之间没有其他词汇以及语义之间的联系。此外, 我们同时也设置了一个无重复条件作为基线条件, 因此一共构成 5 个实验条件。

**表 1 实验 1 和实验 2 启动实验材料范例**

| 启动条件 | 材料范例 |
|---|---|
| 1a. 主语重复 | 修女递给画家一个球 |
| 1b. 动词重复 | 牛仔送给画家一个球 |
| 1c. 间接宾语重复 | 牛仔递给士兵一个球 |
| 1d. 直接宾语重复 | 牛仔递给画家一本书 |
| 1e. 无重复 | 牛仔递给画家一个球 |
| 2a. 主语重复 | 修女递了一个球给画家 |
| 2b. 动词重复 | 牛仔送了一个球给画家 |
| 2c. 间接宾语重复 | 牛仔递了一个球给士兵 |
| 2d. 直接宾语重复 | 牛仔递了一本书给画家 |
| 2e. 无重复 | 牛仔递了一个球给画家 |




图 2 目标图片示例

此外，我们编制了 105 个包含了启动句和对应的目标图片的填充材料，其中包括 3 个不同的启动和目标刺激配对：35 个介宾结构启动句(以达到双宾和介宾结构启动句在实验中的数量保持一致)匹配 20 个含有双及物事件的目标图片和 15 个含有一个施事和一个受事客体并隐含单及物事件的目标图片(例如:修女扔掉帽子)；13 个不及物事件启动句(例如：巫婆大笑)匹配单及物事件的目标图片；57 句描述单及物事件的启动句匹配 42 张描述单及物事件的目标图片以及 15 张描述不及物事件的目标图片。每张填充图片的下方也有一个动词，帮助被试描述图片。

本实验采用单因素(词汇重复)五水平设计，由于实验材料分别各有 5 种不同条件的启动句，通过拉丁方平衡我们构建了 5 个版本的实验材料，每个版本包括 35 个实验试次(其中每一条件各有 7 个试次)和 105 个填充试次。为了确保实验试次不会被邻近的实验试次影响，每两个实验试次之间会间隔 2~4 个填充试次。115 被试被随机分配到其中一个版本的材料进行实验，因此被试不会看到同一材料的不同版本。

## 2.2 被试

为了计算本研究中需要多大的样本量才能达到合适的统计检验力(0.8)，我们参考 Brysbaert 和 Stevens (2018)提出的基于小型预实验估计样本量的方法。具体来说，我们首先完成了一个 25 名被试的预实验，基于这个数据集我们首先计算出了词汇重复效应主效应的效应量，之后基于该效应采用计算模拟的方式，估计本研究中样本量和统计检验力的对应关系。该计算过程在 R 软件中实现，并采用了 simr 数据包(Green & MacLeod, 2016)。模拟结果显示，如果要达到 0.8 的统计检验力，本研究至少需要 100 名被试。在这个基础上，我们同时参考了前人在句法启动元分析基础上所推荐的样本量(Mahowald et al., 2016)，最终决定采用 115 名被试的样本量。考虑到实验 2 和实验 3 的实验设计，实验材料和实验程序与实验 1 基本类似，因此在后续的两个实验中我们同样采用了 115 名被试。

这些被试均为大学生，母语为普通话，右利手，年龄范围为 20 至 27 岁(平均年龄 ＝23.64，标准差 ＝ 1.72)。每个被试在实验前填写知情同意书，并在实验后获得 20 元人民币的报酬。

## 2.3 程序

为了让被试熟悉将出现在实验中的图片和它们对应的名称，我们首先要求他们对这些图片和对应的名称对应起来进行记忆。当被试报告他们已经熟悉图片和对应的名称之后，实验开始。

每个试次中，首先在屏幕中呈现 500 ms 的注视点，之后视觉呈现启动句，被试按自己的速度完成句子理解，后按压空格键，句子消失，随后后要求被试复述刚刚出现的启动句，复述完毕，被试再次按压空格键，目标图片出现，要求被试利用目标图片下方的动词造句描述目标图片的内容，描述任务完成后，被试再次按压空格键开始下一个试次。整个实验大约持续 45 分钟。

## 2.4 编码准则

被试产生的句子中，如果句子的动词后首先出现指代间接宾语的名词短语，再出现指代直接宾语的名词短语，如：“递给士兵一本书”，我们将这种句子归类为双宾语句(DO)，如果动词后面首先出现指代直接宾语的名词短语，再出现一个以介词“给”开头的介词短语，如：“递一本书给士兵”，我们将这种句子归类为介宾短语句(PO)，如果被试的反应不是这两种，将被试的反应统一归类为“其他”(others)类别。

## 2.5 数据分析和统计结果

表 2 显示了不同条件下在不同反应类型下的产出数量。在数据分析中我们使用混合线性模型(generalized linear mixed model, GLMM)进行统计分析，所有的分析在 R 软件空间中使用 lme4 软件包中的 glmer 程序完成(Bates & Mächler, 2010)。在 GLMM 的模型构建中，我们参考了 Barr 等(2013)的方法，采用最大化的随机效应模型(maximal random effects structure)。具体来说，在以下所有分析中，模型构建时不仅将被试层面(subject level)的随机斜率值(random slope)，而且将项目层面(item-level)的随机斜率值放入到模型中进行分析。

**表 2 实验 1 中 5 个启动条件下不同类型反应的产出数量**

| 反应类型 | 无重复 | 主语重复 | 间接宾语重复 | 直接宾语重复 | 动词重复 |
|---|---|---|---|---|---|
| DO | 270 | 272 | 262 | 316 | 414 |
| PO | 380 | 359 | 394 | 344 | 267 |
| Other | 155 | 174 | 149 | 145 | 124 |
| DO% | 0.42 | 0.43 | 0.40 | 0.48 | 0.61 |

为了确定是否存在词汇重复的主效应，我们首先将被试产生的双宾句标记为 1，介宾句标记为 0，并将 others 反应剔除后，分别构建一个含有词汇重

复变量作为固定效应的模型以及一个没有任何固定效应的模型(null model)，并采用 ANOVA 的方法对这两个模型进行比较。结果差异显著($\chi^2(4) = 40.58$, $p < 0.001$)，表明词汇重复的主效应是显著的。

为了进一步检验是哪种或哪几种类型的词汇重复诱发了词汇增强效应，我们将 4 个词汇重复条件分别与无重复条件进行了两两比较(表 3)。为了避免多次比较所带来的统计误差，我们参考 Benjamini 和 Hochberg (1995)提出的 FDR 方法，对每项两两比较的原始 $p$ 值进行校正。校正后的结果显示，只有动词重复和直接宾语重复诱发了词汇增强效应。此外，相比于直接宾语重复，动词重复诱发了更大的词汇增强效应。这些结果表明，相比于非中心词，中心词似乎在词汇增强效应中起到较为重要的作用。

**表 3　实验 1 中对 DO 反应两两比较的结果**

| 两两比较 | *Estimated* | *SE* | *Z* | *p* | Corrected *p* |
|---|---|---|---|---|---|
| 主语重复 vs. 无重复 | 0.2 | 0.16 | 1.28 | 0.2 | 0.25 |
| 间接宾语重复 vs. 无重复 | −0.05 | 0.15 | −0.35 | 0.73 | 0.73 |
| 直接宾语重复 vs. 无重复 | 0.54 | 0.15 | 3.44 | 0.001 | 0.002 |
| 动词重复 vs. 无重复 | 1.57 | 0.16 | 9.83 | < 0.001 | < 0.001 |
| 动词重复 vs. 直接宾语重复 | 1.03 | 0.16 | 6.62 | < 0.001 | < 0.001 |

由于我们并没有发现主语重复和间接宾语重复诱发出显著的词汇增强效应，我们进一步采用贝叶斯因素分析(BF01, Wagenmakers, 2007)评估这两项阴性结果可能性的大小。具体来说，针对这两个无显著差异的结果，我们都分别构建一个零假设(H0, 无固定效应模型)的 GLMM 模型和备择假设(H1, 含有固定效应模型)模型，之后提取这两个模型的贝叶斯信息准则值(Bayesian Information Criterions, BIC)，然后利用公式 $BF_{01} = EXP\left(\frac{BIC_{H1} - BIC_{H0}}{2}\right)$ 计算出它们之间的贝叶斯系数。结果显示，主语重复和无重复条件之间无差异的零假设相比于其备择假设的发生可能性高出 18 倍，而间接宾语重复和无重复条件之间无差异的零假设相比于其备择假设的发生可能性高出 35 倍。根据 Raftery (1995)对贝叶斯系数的分析，零假设超出备选假设的概率 3 倍以上则认为零假设是稳定可靠的，同时考虑到本研究采用了较大的样本量，我们认为，这一结果确实表明主语重复和间接宾语未能诱发显著的词汇增强效应。

总体上，我们发现只有动词重复和直接宾语重复诱发了词汇增强效应，更重要的是，相比于直接宾语重复，动词重复诱发了更大的词汇增强效应。在实验 2 中，我们采用与实验 1 相同的实验设计，在介宾结构上进一步对词汇重复效应进行研究。

## 3　实验 2：介宾结构下中心词和非中心词重复的句法启动实验

### 3.1　被试

我们招募了另外 115 名母语为普通话的大学生被试参与这项实验，被试均为右利手，年龄在 19 到 28 岁之间($M$ = 20.17, $SD$ = 1.78)。被试签署了知情同意书，并获得 20 元的报酬。

### 3.2　材料、程序和编码准则

我们将实验 1 的 35 套的材料中的双宾结构启动句，全部替换成介宾结构的启动句，形成新的 35 套实验材料，启动句均为介宾结构的。与上一实验类似的，本实验同样有主语重复、动词重复、间接宾语重复、直接宾语重复和无重复共 5 个条件。

此外，我们编制了 105 个包含启动句和对应目标图片的填充材料，包括 3 个不同的启动和目标刺激配对：55 个双宾语结构启动句(以达到双宾和介宾结构启动句在实验中的数量保持一致)匹配 55 个含有双及物事件的目标图片; 35 个不及物事件启动句(例如：巫婆大笑)匹配 17 张单及物事件的目标图片以及 18 张描述不及物事件的目标图片; 35 句描述单及物事件的启动句匹配 18 张描述单及物事件的目标图片以及 17 张描述不及物事件的目标图片。和实验 1 相同，本实验也采取了拉丁方设计形成 5 个版本的实验材料，被试随机地进入其中一个版本进行实验。该实验的实验程序和反应编码准则也与实验 1 相同。

### 3.3　数据分析和统计结果

表 4 显示了不同条件下不同反应类型的产出数量。在数据分析中，我们采用了和实验 1 相似的分析方法，即建立一个含有词汇重复作为固定效应的最大随机效应模型，并将其与没有固定效应的模型进行比较。模型比较的结果是显著的($\chi^2(4) = 14.78$, $p = 0.005$)，表明词汇重复有显著的主效应。

进一步将 4 个词汇重复条件分别与无重复条件

表 4 实验 2 中不同条件下不同类型的反应的数量

| 反应类型 | 无重复 | 主语重复 | 间接宾语重复 | 直接宾语重复 | 动词重复 |
|---|---|---|---|---|---|
| DO | 105 | 95 | 97 | 83 | 51 |
| PO | 556 | 549 | 554 | 589 | 666 |
| Other | 144 | 161 | 154 | 133 | 88 |
| DO % | 0.84 | 0.85 | 0.85 | 0.88 | 0.93 |

进行了两两比较，以检验哪些词汇重复诱发了词汇增强效应。校正后的统计结果显示，词汇增强效应可靠地反映在动词重复和间接宾语重复上(见表 5)，但相比于直接宾语重复，动词重复诱发了更大的词汇增强效应。

表 5 实验 2 中对 PO 反应两两比较的结果

| 两两比较 | *Estimated* | *SE* | *Z* | *p* | Corrected *p* |
|---|---|---|---|---|---|
| 主语重复 vs. 无重复 | 0.23 | 0.19 | 1.17 | 0.24 | 0.24 |
| 间接宾语重复 vs. 无重复 | 0.26 | 0.19 | 1.36 | 0.16 | 0.20 |
| 直接宾语重复 vs. 无重复 | 0.50 | 0.20 | 2.53 | 0.01 | 0.02 |
| 动词重复 vs. 无重复 | 1.39 | 0.22 | 6.30 | < 0.001 | < 0.001 |
| 动词重复 vs. 直接宾语重复 | 0.88 | 0.22 | 3.97 | < 0.001 | < 0.001 |

由于主语重复和间接宾语重复并没有观察到显著的词汇增强效应，我们同样采用贝叶斯因素分析的方法，进一步估计主语重复和间接宾语重复分别与无重复之间没有差异的可能性大小。结果发现主语重复和间接宾语重复下，其零假设的概率是备选假设概率 20 倍和 55 倍。这些结果表明，主语重复和间接宾语重复确实未能诱发词汇增强效应。

### 3.4 讨论

在这个研究中，我们进一步使用介宾结构研究句法启动中的词汇重复效应是否会受到是否中心词的影响。实验结果完全重复了实验 1 的发现，具体来说，中心词重复都诱发了最强的词汇增强效应，非中心词中只有间接宾语重复诱发词汇增强效应，且其效应显著弱于中心词重复，而其他成分的重复则完全没有任何效应。

然而，上述的这个结果有可能是由于启动和目标之间由于刺激模态的不同所致。具体来说，由于实验 1 和 2 中中心词重复条件下启动和目标都以相同模态的形式出现(都是视觉词汇)，而非中心词重复下则是以不同模态的形式出现(启动为视觉词汇、目标为客体图片)。中心词重复和非中心词重复的差异也有可能是由于它们之间启动和目标在刺激呈现模式上的差异所致。为了进一步排除这种可能性，实验 3 采用实验 1 的材料，并将启动句由视觉改为听觉，而目标刺激仍然保持为图片形式，这样中心词和非中心词重复条件下的启动和目标均以不同模态的形式出现，可以进一步验证中心词和非中心词的作用。假如刺激呈现模态的差异的确是导致实验 1 和 2 中心词更大词汇增强效应的原因，那么我们应该预测在实验 3 中心词的优势效应也将消失。

## 4 实验 3：双宾结构下中心词和非中心词的重复句法启动实验：听觉呈现启动句的证据

### 4.1 被试

与实验 1 和 2 不同的另外 115 名母语为普通话的大学生被试参与该实验，所有被试均为右利手，年龄在 19 到 28 岁之间($M$ = 23.68, $SD$ = 1.83)。被试签署知情同意书，并获得 20 元的报酬。

### 4.2 材料、程序和编码准则

我们使用实验 1 的材料，并将其中的启动句由原先的视觉呈现变成听觉呈现。所有材料均由一位母语为普通话的女大学生用普通话进行朗读并录音，以此构建启动句的听觉刺激。与前述实验相似，正式实验材料有 35 套，填充材料 105 对。使用拉丁方设计创建 5 个材料版本，分别包含 35 对实验材料(每个条件 7 对材料)和 105 对填充项目，被试随机接受其中一个版本的实验。实验程序和反应编码准则和实验 1 保持一致。

### 4.3 数据分析和统计结果

表 6 显示了不同条件下不同类型的反应数量。我们采用了和实验 1 相似的分析方法，即建立一个含有词汇重复作为固定效应的最大随机效应模型，并将其与没有固定效应的模型进行比较。模型比较的结果是显著的($\chi^2(4)$ = 67.07, $p$ < 0.001)，表明词汇重复存在着显著的主效应。

进一步将 4 个词汇重复条件分别与无重复条件进行两两比较。校正后的统计结果(表 7)显示，动词重复、间接宾语重复和主语重复都诱发了词汇增强效应。此外，相比于直接宾语重复和主语重复，动词重复诱发了更大的词汇增强效应。这些结果与实

**表 6 实验 3 中不同条件下不同类型的反应的数量**

| 反应类型 | 无重复 | 主语重复 | 间接宾语重复 | 直接宾语重复 | 动词重复 |
|---|---|---|---|---|---|
| DO | 264 | 279 | 256 | 282 | 468 |
| PO | 432 | 364 | 389 | 387 | 269 |
| Other | 113 | 162 | 160 | 136 | 64 |
| DO% | 0.38 | 0.43 | 0.40 | 0.42 | 0.64 |

**表 7 实验 3 中对 DO 反应两两比较的结果**

| 两两比较 | *Estimated* | *SE* | *Z* | *p* | Corrected *p* |
|---|---|---|---|---|---|
| 主语重复 vs. 无重复 | 0.39 | 0.16 | 2.45 | 0.01 | 0.015 |
| 间接宾语重复 vs. 无重复 | 0.08 | 0.15 | 0.51 | 0.61 | 0.61 |
| 直接宾语重复 vs. 无重复 | 0.33 | 0.16 | 2.14 | 0.03 | 0.036 |
| 动词重复 vs. 无重复 | 2.01 | 0.16 | 12.44 | < 0.001 | < 0.001 |
| 动词重复 vs. 主语重复 | 1.62 | 0.15 | 10.07 | < 0.001 | < 0.001 |
| 动词重复 vs. 直接宾语重复 | 1.67 | 0.16 | 10.50 | < 0.001 | < 0.001 |

验 1 和 2 的发现相似, 表明中心词的重复比非中心词重复诱发出更大的词汇增强效应。进一步的贝叶斯因素分析估计了间接宾语重复与无重复之间没有差异的可能性, 发现零假设的可能性大约是备择假设的 33 倍, 表明间接宾语重复确实没有诱发词汇增强效应。

## 5 总讨论

采用句法启动范式, 本研究通过 3 个实验探讨了非中心词重复是否能表现出与中心词重复相类似的词汇增强效应。结果一致发现, 只有中心词重复才能稳定地诱发了词汇增强效应。而在非中心词重复条件下, 只有直接宾语的重复才能诱发相对较为稳定的词汇增强效应; 相比之下, 虽然主语重复也可诱发词汇增强效应, 但这种效应并不稳定, 仅在一个实验(实验 3)中发现; 而间接宾语上则完全没有观察到任何效应。此外, 无论是直接宾语还是主语的重复, 所诱发的词汇增强效应在效应量上均显著低于中心词重复所产生的效应。总体上, 这些结果清楚地说明, 中心词可能在词汇增强效应中扮演了更为核心的作用。

关于句法启动的解释, 目前主要存在残余激活和内隐学习两个理论, 总的来说, 这两个理论都得到了一些证据的支持, 但针对句法启动中最为稳定的词汇增强效应, 上述两个理论的解释和预测却截然相反。其中残余激活理论认为抽象句法表征只会跟中心词表征形成连结, 因此只有中心词重复才会诱发词汇增强效应; 而内隐学习理论则认为词汇增强效应是由于读者在阅读过程中外显地学习到了特定词汇和句法结构之间的关系而产生的, 因此中心词和非中心词理应都会诱发词汇增强效应、而且诱发强度相似。虽然目前有少数的研究开始关注这一问题, 但实验结果却莫衷一是, 不同研究的统计检验力不足(Carminati et al., 2019; Scheepers et al., 2017)可能是造成结果分歧的重要原因。在确保足够统计检验力的前提下得到准确的数据, 是检验不同理论分歧的重要前提。因此, 本研究尝试通过大样本数据的采集, 力图在确保研究具有合适的统计检验力的基础上, 对不同理论的预期进行系统检验。

总体来说, 中心词重复可以诱发最为稳健且最强的词汇增强效应, 这在一定程度上支持了残余激活理论。句法表征和词汇表征的关系问题一直是句法研究领域中的核心基本问题之一, 虽然功能主义(functionalist)和自主句法(autonomous)的观点对句法和词汇表征关系的看法存在一定的差异, 但它们都同意抽象的句法表征和词汇表征之间存在着密切的联系(Bates & MacWhinney, 1982; Bock, 1987; Frazier & Fodor, 1978)。中心词往往与句子的关键成分信息如句子成分的数量和属性等信息关系密切, 因而在句法结构的建构中起到核心作用。例如, 当我们遇到句子“修女递给士兵一本书”时, 作为中心词的动词“递”决定了句子中包含的成分数量(需要有 3 个成分)及其对应的属性(主语、直接宾语和间接宾语), 进而决定句法结构的性质和类型(Pollard & Sag, 1994)。因此, 当启动和目标刺激共享中心词时, 启动句中心词和抽象句法表征连结的残余激活, 可强烈地促使被试在目标刺激中选择启动句的句法结构, 从而表现出稳定的词汇增强效应。

但值得注意的是, 我们的 3 个实验也观察到直接宾语的重复也可稳定地诱发了词汇增强效应(虽然强度较弱), 同时在实验 3 中发现了主语重复也诱发了词汇增强效应, 因此仅仅残余激活理论似乎并不足以完全解释现有的结果。相反, 内隐学习理论中关于句法结构习得与记忆的理论可在一定程度上对这一现象进行解释。首先, 正如内隐学习理论所提出的那样, 在阅读启动句的过程中, 读者可内隐地学习(或者建立起)该句子的抽象句法结构,

这种抽象的句法结构信息可与储存在工作记忆中的、构成句子的成分，如主语、直接宾语、间接宾语等建立联系。随后，当被试加工目标刺激时，与启动句相同的成分，如直接宾语，则可以作为一个重要的外显线索，促使读者选择在启动句中学习到的句法结构对目标刺激做出反应，因而表现出词汇增强效应。

然而，为何这种效应又仅在直接宾语以及主语(实验 3)出现？我们认为记忆编码的机制在一定程度上能为这一现象提供解释。具体来说，如果记忆编码的机制是导致非中心词重复效应的原因，那么当记忆编码出现干扰，则非中心词的重复效应应该减弱，而考虑到非中心词重复效应的效应量较小，在不利于记忆编码的条件下这个效应甚至可能会消失；而当记忆编码出现有利条件时，非中心词的重复效应则有机会增大。实验 1 和 2 中主语重复和间接宾语重复无法诱发词汇增强效应很可能主要就是实验设计情景对记忆编码产生干扰的效应，而实验 3 中出现的主语和直接宾语重复效应则反映了实验设计有利于记忆编码所引发的效应增强现象。具体来说，对于实验 1 和 2，我们的实验材料中，主语(例如“修女”)和间接宾语(例如，“士兵”)都是生命性客体，两者共享的特征或者其整体相似性会更高，而直接宾语则是非生命性客体(例如，“书”)，其与前两种客体具有较少的共享特征或相似性。无论是采用词汇列表(word list)回忆抑或句子加工的实验任务，先前的研究都发现，如果记忆集的信息间具有更多的共享特征，如共享更多的语音信息或者语义信息，则它们在编码阶段会产生相互干扰，记忆效果也会更差，并可能反映在句子阅读效率上(Hofmeister & Vasishth, 2014; Kush et al., 2015; Oberauer & Kliegl, 2006)。类似的，我们实验材料中的主语和间接宾语同属于生命性客体，两者间较多的共享特征可能导致它们在编码过程中相互干扰，影响其与抽象句法结构之间建立联系的强度。相比之下直接宾语为非生命性客体，在语境中相对更少受到这种因素的影响，其与抽象句法结构所建立的联系也可能更强。由于词汇记忆所导致的增强效应本身较弱(与中心词词重复所诱发的效应相比较)，主语和间接宾语间的相互干扰，可能抵消由其重复所产生的、相对较弱的词汇增强效应。相比之下，这种干扰效应对直接宾语的影响较小，因此，直接宾语重复依然可以诱发词汇增强效应。当然，这种解释是否成立还有待未来更多研究的直接检验，毕竟本研究中启动和目标之间的间隔时间较短，实验中的句子长度相对较短，因此这种编码阶段的干扰效应是否一定是导致主语和间接宾语重复诱发的词汇增强效应并不稳定的重要原因仍然仅为一种可能的假设。未来的研究可以通过严谨地控制词汇的生命性属性以及句子长度等变量，进一步对这一假设进行检验。

除了上述的原因外，直接宾语更容易出现重复效应，也可能是因为在汉语的语言表达中，PO 结构出现概率更高，可能导致在双及物结构的表征中，中心词和直接宾语的连结强度比其与间接宾语的连结强度更大，导致直接宾语可能在句法表征中处于更加凸显的位置。因而在直接宾语重复条件中会出现更强的词汇增强效应。这一可能性也还需要未来的研究更进一步的探索。

最后，与实验 1、实验 2 不同，实验 3 中启动句是以听觉模态来呈现。先前工作记忆领域的研究表明，人类对于听觉信息输入模式的记忆效应显著优于视觉模态(Kirsner & Craik, 1971; Murdock & Walker, 1969; Rummer et al., 2013)，或许是因为客体听觉表征与其内容表征之间的关系更为密切所致(Xu et al., 2020)。在实验 3 中，我们的启动句是以听觉方式呈现，而听觉信息是以序列方式呈现句子，此时主语处于句首，首因效应的存在可能导致该位置上的信息记忆效果更佳(Murdock, 1962)。事实上，以往研究确实也表明，这种效应极其稳健，甚至强于近因效应(Bonanni et al., 2007)。听觉刺激呈现的方式，以及主语处于句首位置，这两个因素在一定程度上都可增强主语的记忆编码效果，使其成为有效的外显线索，直接导致其重复也出现与直接宾语重复类似程度的词汇增强效应。

总体上说，当现记忆编码受到干扰时，非中心词重复的词汇增强效应减弱(或者消失)，当实验设置有利于记忆编码时，非中心词重复的效应增强，这种跨实验出现的结果，似乎在一定程度上说明非中心词重复所诱发的词汇增强效应主要是由于领域一般性的记忆的机制所致，因此，内隐学习理论中强调记忆编码和提取在解释非中心词重复的词汇增强效应上具有一定的合理性。

本研究所发现的结果似乎表明残余激活理论和内隐学习理论可能并不是非此即彼的关系，而是反映了词汇增强效应的不同方面。为此，我们尝试提供一个新的解释框架来协调这两个重要的理论。我们认为，词汇增强效应依据其词汇的句子中所扮演的角色，可能存在两种完全不同的认知机制，当

中心词重复时，这种效应来自语言加工过程中句法表征和词汇表征之间的关系；而在非中心词重复时候，这种效应的产生则由一般学习过程中记忆的作用所致。

一些研究者可能会认为，我们是否可以通过拓展其中的一个理论的方式，解释现有的数据。从目前的结果来看，我们认为仅拓展其中一个理论，可能难以解释所有的现象。首先，如果我们拓展残余激活理论，则需要在理论上，通过在句法层的表征中增加非中心词和抽象句法表征之间的连结来说明非中心词的重复增强效应，但是，很显然，这种拓展首先破坏了研究者对于抽象句法表征和词汇表征之间的基本假设；与此同时，这种“过度”连结的方式不仅不符合认知经济的特点，而且也会让残余激活理论显得过于冗余，失去了其原先精致简洁的特点。另一方面，通过拓展内隐学习理论来解释现有的现象同样难以实现。内隐学习是人类进行复杂抽象知识学习的一种重要形式，根据其普遍性假设，中心词和非中心词并不存在特殊的差异。事实上，先前一项研究在将内隐学习理论应用到句法启动相关计算建模上时，同样提示中心词和非中词应该处于同等地位(Chang et al., 2006)。因此要对内隐学习理论进行拓展以解释当前结果，必然意味着需要抛弃该理论的一些基本假设，这可能并不现实。总体上，强调两种理论所揭示的认知过程在句法结构建构和使用过程中均存在，并反映在不同类型词汇的加工中，这一理论应该能更好地涵盖目前所观测到的数据。

## 6　结论

通过 3 个实验，我们的研究系统地探索了句法启动中的词汇增强效应，我们认为句子中的中心词与非中心词在加工机制上仍然有所不同，而词汇增强效应依据其重复的词汇是否为中心词，也存在不同的认知机制。中心词重复所诱发的词汇增强效应可能主要来自于残余激活理论所提出的词汇表征和句法表征之间互动关系所致，而非中心词重复所诱发的词汇增强效应可能主要是由于普遍性的学习和记忆机制所致。本研究极大地拓展了词汇增强效应的研究深度，并为当前的两个重要的基本理论提供了一个协调框架。

## 参　考　文　献


Arai, M., van Gompel, R. P. G., & Scheepers, C. (2007). Priming ditransitive structures in comprehension. *Cognitive Psychology 54*(3), 218–250. doi: 10.1016/j.cogpsych.2006.07.001

Barr, D. J., Levy, R., Scheepers, C., & Tily, H. J. (2013). Random effects structure for confirmatory hypothesis testing: Keep it maximal. *Journal of Memory and Language*, *68*(3), 255–278. https://doi.org/10.1016/j.jml.2012.11.001

Bates, D. M., & Mächler, M. (2010). *lme4: linear mixed-effects models using S4 classes.* R package version 0.999375-36/r1083. http://R-Forge.R-project.org/projects/lme4/

Bates, E., & MacWhinney, B. (1982). Functionalist approaches to grammar. In E. Wanner and L. Gleitman (Eds.), *Language acquisition: The state of the art* (pp. 173–218). Cambridge University Press.

Benjamini, Y., & Hochberg, Y. (1995). Controlling the False Discovery Rate: A Practical and Powerful Approach to Multiple Testing. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, *57*(1), 289–300. http://www.jstor.org/stable/2346101

Bock, J. K. (1986). Syntactic persistence in language production. *Cognitive Psychology*, *18*(3), 355–387. https://doi.org/10.1016/0010-0285(86)90004-6

Bock, J. K. (1987). Coordinating words and syntax in speech plans. In A. Ellis (ed.), *Progress in the psychology of language, vol. 3* (pp. 337–390). London: Erlbaum.

Bock, K., Loebell, H., & Morey, R. (1992). From conceptual roles to structural relations: Bridging the syntactic cleft. *Psychological Review, 99*(1), 150–171. https://doi.org/10.1037/0033-295X.99.1.150

Bonanni, R., Pasqualetti, P., Caltagirone, C., & Carlesimo, G. A. (2007). Primacy and recency effects in immediate free recall of sequences of spatial positions. *Perceptual and Motor Skills, 105*(2), 483–500. https://doi.org/10.2466/pms.105.2.483-500

Branigan, H. P., & Pickering, M. J. (2017). Structural priming and the representation of language. *Behavioral and Brain Sciences*, *40*, e313. https://doi.org/10.1017/S0140525X17001212

Branigan, H. P., Pickering, M. J., & McLean, J. F. (2005). Priming prepositional1phrase attachment during comprehension. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition 31*(3), 468–481. doi: 10.1037/0278-7393.31.3.468

Brysbaert, M., & Stevens, M. (2018). Power analysis and effect size in mixed effects models: A tutorial. *Journal of Cognition, 1*(1), 1–9. https://doi.org/10.5334/joc.10

Cai, Z. G., Pickering, M. J., Yan, H., & Branigan, H. P. (2011). Lexical and syntactic representations in closely related languages: Evidence from Cantonese-Mandarin bilinguals. *Journal of Memory and Language, 65*(4), 431–445. https://doi.org/10.1016/j.jml.2011.05.003.

Carminati, M. N., van Gompel, R. P. G., Scheepers, C., & Arai, M. (2008). Syntactic priming in comprehension: The role of argument order and animacy. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 34*(5), 1098–1110. https://doi.org/10.1037/a0012795

Carminati, M. N., van Gompel, R. P. G., & Wakeford, L. J. (2019). An investigation into the lexical boost with nonhead nouns. *Journal of Memory and Language*, *108*, 104031. https://doi.org/10.1016/j.jml.2019.104031

Chang, F., Dell, G. S., & Bock, K. (2006). Becoming syntactic. *Psychological Review*, *113*(2), 234–272. https://doi.org/10.1037/0033-295X.113.2.234

Chen, X., Branigan, H., Wang, S., Huang, J., & Pickering, M. (2020). Syntactic representation is independent of semantics in Mandarin: Evidence from syntactic priming. *Language, Cognition and Neuroscience, 35*(2), 211–220. https://doi.org/

10.1080/23273798.2019.1644355

Cleland, A. A., & Pickering, M. J. (2003). The use of lexical and syntactic information in language production: Evidence from the priming of noun-phrase structure. *Journal of Memory and Language, 49*(2), 214–230. https://doi.org/10.1016/S0749-596X (03)00060-3

Frazier, L., & Fodor, J. D. (1978). The sausage machine: A new two-stage parsing model. *Cognition, 6*(4), 291–325. https://doi.org/10.1016/0010-0277(78)90002-1

Green, P., & MacLeod, C. J. (2016). SIMR: An R package for power analysis of generalized linear mixed models by simulation. *Methods in Ecology and Evolution*, *7*(4), 493–498. https://doi.org/10.1111/2041-210X.12504

Hofmeister, P., & Vasishth, S. (2014). Distinctiveness and encoding effects in online sentence comprehension. *Frontiers in Psychology, 5,* 1237. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01237

Huang, J., Pickering, M. J., Chen, X., Cai, Z., Wang, S., & Branigan, H. P. (2019). Does language similarity affect representational integration? *Cognition, 185,* 83–90. https://doi.org/10.1016/j.cognition.2019.01.005

Huang, J., Pickering, M. J., Yang, J., Wang, S., & Branigan, H. P. (2016). The independence of syntactic processing in Mandarin: Evidence from structural priming. *Journal of Memory and Language, 91,* 81–98. https://doi.org/10.1016/j.jml.2016.02.005

Ivanova, I., Wardlow, L., Warker, J., & Ferreira, V. S. (2017). The effect of anomalous utterances on language production. *Memory & Cognition, 45*(2)*,* 308–319. https://doi.org/10.3758/s13421-016-0654-3

Kirsner, K., & Craik, F. I. M. (1971). Naming and decision processes in short-term recognition memory. *Journal of Experimental Psychology, 88*(2), 149–157. https://doi.org/10.1037/h0030916

Kush, D., Johns, C. L., & van Dyke, J. A. (2015). Identifying the role of phonology in sentence-level reading. *Journal of Memory and language, 79-80,* 18–29. https://doi.org/10.1016/j.jml.2014.11.001

Ledoux, K., Traxler, M. J., & Swaab, T. Y. (2007). Syntactic priming in comprehension: Evidence from event-related potentials. *Psychological Science, 18*(2), 135–143. https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2007.01863.x

Mahowald, K., James, A., Futrell, R., & Gibson, E. (2016). A meta-analysis of syntactic priming in language production. *Journal of Memory and Language*, *91*, 5–27. https://doi.org/10.1016/j.jml.2016.03.009

McLean, J. F., Pickering, M. J., & Branigan, H. P. (2004). Lexical repetition and syntactic priming in dialogue. In J. C. Trueswell & M. K. Tanenhaus (Eds.), *Processing world situated language: Bridging the language as product and language as action traditions* (pp.193–208). MIT Press.

Messenger, K., Branigan, H. P., McLean, J. F., & Sorace, A. (2012). Is young children's passive syntax semantically constrained? Evidence from syntactic priming. *Journal of Memory and Language, 66*(4), 568–87. https://doi.org/10.1016/j.jml.2012.03.008

Murdock, B. B., Jr. (1962). The serial position effect of free recall. *Journal of Experimental Psychology*, *64*(5), 482–488. https://doi.org/10.1037/h0045106

Murdock B., Jr., & Walker, K. D. (1969). Modality effects in free recall. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 8*(5), 665–676. https://doi.org/10.1016/S0022-5371(69)80120-9

Oberauer, K., & Kliegl, R. (2006). A formal model of capacity limits in working memory. *Journal of Memory and Language*, *55*(4), 601–626. doi: 10.1037/a0025660

Pickering, M. J., & Branigan, H. P. (1998). The representation of verbs: Evidence from syntactic priming in language production. *Journal of Memory and Language*, *39*(4), 633–651. https://doi.org/10.1006/jmla.1998.2592

Pickering, M. J., & Ferreira, V. S. (2008). Structural priming: A critical review. *Psychological Bulletin*, *134*(3), 427–459. https://doi.org/10.1037/0033-2909.134.3.427

Pollard, C., & Sag, I. A. (1994). *Head-driven phrase structure grammar.* University of Chicago Press.

Raftery, A. E. (1995). Bayesian Model Selection in Social Research (with discussion by Andrew Gelman and Donald B. Rubin, and Robert M. Hauser, and a rejoinder). *Sociological Methodology*, *25*, 111–196. https://doi.org/10.2307/271063

Rummer, R., Schweppe, J., & Martin, R. C. (2013). Two modality effects in verbal short-term memory: Evidence from sentence recall. *Journal of Cognitive Psychology, 25*(3), 231–247.

Schacter, D. L., Dobbins, I. G., & Schnyer, D. M. (2004). Specificity of priming: A cognitive neuroscience perspective. *Nature Reviews Neuroscience, 5*(11), 853–862. https://doi.org/10.1038/nrn1534

Scheepers, C., Raffray, C. N., & Myachykov, A. (2017). The lexical boost effect is not diagnostic of lexically-specific syntactic representations. *Journal of Memory and Language, 95,* 102–115. https://doi.org/10.1016/j.jml.2017.03.001

Segaert, K., Menenti, L., Weber, K., Petersson, K. M., & Hagoort, P. (2012). Shared syntax in language production and language comprehension--an FMRI study. *Cerebral cortex, 22*(7), 1662–1670. https://doi.org/10.1093/cercor/bhr249

Sheng, J. X. (2000). Valency and sentence patterns. *Studies of the Chinese Language, 4* (277), 291–297.

[沈家煊. (2000). 句式和配价. *中国语文, 4* (277), 291–297.]

van Gompel, R. P., & Arai, M. (2018). Structural priming in bilinguals. *Bilingualism: Language and Cognition, 21*(3), 448–455. https://doi.org/10.1017/S1366728917000542

Wagenmakers, E. J. (2007). A practical solution to the pervasive problems of p values. *Psychonomic Bulletin & Review*, *14*(5), 779–804. https://doi.org/10.3758/bf03194105

Xu, M., Fu, Y., Yu, J., Zhu, P., Shen, M., & Chen, H. (2020). Source information is inherently linked to working memory representation for auditory but not for visual stimuli. *Cognition, 197,* 104160. https://doi.org/10.1016/j.cognition.2019.104160

Zhang, B. J. (1999). Ditransitive constructions in modern Chinese. *Studies of the Chinese Language, 3*(175), 175–184.

[张伯江. (1999). 现代汉语的双及物结构式. *中国语文, 3*(175), 175–184.]

# Different mechanisms for head and non-head words in the lexical boost effect on syntactic priming

HUANG Jian[1,2], YANG Ziyu[2], HONG Danping[2], LIU Xiqin[3], WANG Suiping[1,2]

([1] *Philosophy and Social Science Laboratory of Reading and Development in Children and Adolescents (South China Normal University), Ministry of Education, Guangzhou* 510631, *China*)

([2] *School of Psychology, South China Normal University, Guangzhou* 510631, *China*)

([3] *School of Foreign Languages, South China University of Technology, Guangzhou* 511442, *China*)

**Abstract**

Lexical boost means that syntactic priming is enhanced by the lexical repetition between prime and target. It remains controversial whether the repetition of head words and that of non-head words induce similar boost effects. Two important theories in syntactic priming, the residual activation theory and the implicit learning theory, have quite different interpretations and predictions. The former holds that only the head word repetition can induce a lexical boost, while the latter holds that the non-head word repetition can induce a lexical boost of the same magnitude as the head word repetition does. There are conflicting experimental results on whether head and non-head word repetitions have similar lexical boost effects.

We believe that one possible reason for the conflicting results in previous studies is that they lack sufficient power of the statistical test due to relatively small sample sizes. The present study explores the controversial issue by conducting three syntactic priming experiments of Mandarin double object (Experiments 1 and 3) and prepositional object (Experiment 2) structures, with a larger sample (115 participants each experiment) than that in previous research. To identify any possible difference in lexical boost effect, we manipulated the repetition of head constituents (i.e. verbs) and non-head constituents (i.e. argument nouns for agent, recipient, and theme) across prime and target.

In all three experiments, we found that the lexical boost effect induced by the head word repetition was steady. The effect induced by the head word repetition was significantly stronger than that induced by the non-head word repetition. This indicates that the head constituent, rather than non-heads, plays a key role in the lexical boost. In addition, we found that the overlap of the direct object as a non-head induced a steady effect of lexical boost (although the effect is relatively weak). In Experiment 3, the subject repetition also induced a lexical boost effect. To some extent, these results seem to support the implicit learning theory since memory does play a certain role in lexical boost.

The head word repetition and the non-head word repetition may reflect different cognitive mechanisms. We'd like to propose a new framework to interpret the lexical boost, which attempts to include both the residual activation theory and the implicit learning theory.

**Keywords**　syntactic priming, lexical boost, head word, non-head word, Mandarin